昆 虫 学 报 *Acta Entomologica Sinica*, July 2008, 51(7):774 – 777 ISSN 0454-6296

苜蓿品种(系)对苜蓿斑蚜存活率和生殖力的影响

王森山,许永霞,曹致中,师尚礼,贺春贵*

(甘肃农业大学草业学院,草业生态系统教育部重点实验室/中-美草地畜牧业可持续发展研究中心,兰州 730070)

摘要:在田间抗蚜性鉴定的基础上,在室内25℃条件下,选用4个抗蚜性不同的苜蓿品种(系),测定了不同苜蓿品种(系)上苜蓿斑蚜 *Therioaphis maculata* (Buckton)若虫存活率及生殖力的影响。结果表明:苜蓿斑蚜在不同苜蓿品种(系)3、6叶期及成株期的存活率均以HA-3上最低,分别为8.00% ± 1.15%,21.27% ± 7.40%,17.07% ± 3.03%;Hu上最高,分别为25.63% ± 3.68%,42.27% ± 2.76%,55.10% ± 0.19%;且苗期显著低于成株期。以若虫存活率和内禀增长率作为测定抗生性的指标,供试品种(系)对苜蓿斑蚜抗生性的大小依次为HA-3 > G3 > JH > Hu,与田间抗性鉴定结果基本相近。

关键词:苜蓿;苜蓿斑蚜;抗性;存活率;生殖力

中图分类号:Q968 **文献标识码**:A **文章编号**:0454-6296(2008)07-0774-04

Effects of alfalfa varieties on the survival rate and fecundity of *Therioaphis maculata* (Buckton) (Hemiptera: Aphidae)

WANG Sen-Shan, XU Yong-Xia, CAO Zhi-Zhong, SHI Shan-Li, HE Chen-Gui* (Key Laboratory of Grassland Ecosystem, Ministry of Education/Sino-U. S. Centers for Grazingland Ecosystem Sustainability, College of Pratacultural Science, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Effects of four alfalfa varieties on survival rate and fecundity of *Therioaphis maculata* (Buckton) were investigated at 25℃ in the laboratory. The results showed that the survival rates of the aphid in the 3-leaf, 6-leaf and adult stages were the lowest in HA-3 (8.00% ± 1.15%, 21.27% ± 7.40%, and 17.07% ± 3.03%, respectively), and the highest in Hu (25.63% ± 3.68%, 42.27% ± 2.76%, and 55.10% ± 0.19%, respectively). The survival rate was lower in seedling stage than in adult stage. The level of alfalfa resistance was in order of HA-3 > G3 > JH > Hu using the innate capacity of increase (rm) and the nymph survival rate as the indices of alfalfa antibiosis to the aphid, and this is correspondent well with that in fields.

Key words: Alfalfa; *Therioaphis maculat*; resistance; survival rate; fecundity

蚜虫是苜蓿重要的害虫之一,培育和选用抗蚜品种在国外已成为苜蓿蚜虫常规的防治措施之一。在我国苜蓿蚜害一般年份造成的损失达10% ~ 30%(龙丘陵等, 1998;贺春贵, 2004;贺春贵等, 2005;刘金平等, 2005)。有效防治苜蓿蚜虫的重要性是显而易见的。近年来,我国已开始注意苜蓿抗蚜品种的选育和引进(He and Zhang, 2006)。

自从20世纪初期开始苜蓿抗蚜育种以来,国内外大量研究表明苜蓿对苜蓿斑蚜 *Therioaphis maculata* (Buckton)的抗性表现为排趋性、抗生性和耐害性,但多数品种具有抗生性(Sorensen *et al*., 1988)。Lewontin(1965)种群繁殖函数模型(生殖力表)参数,如内禀增长率(r_m)、死亡率等,被广泛地用来评价比较植物品种所具有的排趋性和抗生性(Niranjan Panda, 1995)。在苜蓿品种抗蚜性机制研究评价上这种方法目前也有应用报道(Alexandre *et al*., 2006;Luginbill, 1969)。本文在田间抗蚜性鉴定的基础上,选择抗性表现有一定差异的4个品种(系)为材料,进一步利用生命表技术及其参数来探讨这几个苜蓿品种(系)对苜蓿斑蚜的抗性大小及其机制。

基金项目:国家科技支撑计划项目(2006BAD04A04-01);甘肃农业大学创新基金项目(GAU-CX0511)

作者简介:王森山,男,1970年8月生,副教授,硕士生导师,从事应用昆虫学研究,Email:wssh-gsau@sohu.com

* 通讯作者 Author for correspondence, Email:hechungui@tom.com

收稿日期 Received:2007-12-12;接受日期 Accepted:2008-04-30

1　材料与方法

1.1　试验材料

1.1.1　供试虫源：在田间种植的 Hu 感蚜苜蓿品种猎人河(Hunter River Hu)上自然感蚜繁殖，试验前采集苜蓿斑蚜无翅孤雌胎生成蚜供试。

1.1.2　供试品种：HA-3 是甘肃农业大学草业学院抗蚜苜蓿品种选育课题组根据苜蓿的抗蚜性和冬季活性等特征特性由来源于澳大利亚的 3 个品种(SARDI10，Rippa 和 Sceptre)选育，在 2004 年度苜蓿蚜虫田间大发生的情况下，HA-3 被鉴定为高抗品种。4 个苜蓿品种(系)对苜蓿斑蚜的田间抗性鉴定顺序为：HA-3 > G3 > JH > Hu(表 1)(He and Zhang，2006)。

表 1　苜蓿品种及来源

Table 1　Varieties of alfalfa and resource

品种 Varieties	引进或原有编号 Import or Serial number	来源 Resource	抗性 Resistance
HA-3	HA-3	项目组选育 Bred by Project Group of GSAU	高抗 HR
G3	甘农 3 号 Gannong3	甘肃农业大学 GSAU	抗虫 R
JH	金皇后 Golden Empress	美国 America	低抗 LR
Hu	猎人河 Hunter River	澳大利亚 Australia	感虫 S

GSAU：Gansu Agricultural University.

1.2　试验方法

1.2.1　4 种苜蓿品种(系)对苜蓿斑蚜若虫存活率的影响：将供试苜蓿品种(系)用一次性塑料杯中播种(播前两天进行浸种催芽)，150 杯/品种，放于实验室内阳光充足的地方，并保证水分充足，用加密隔虫网隔离。待植株长出第 1 片真叶时，进行间苗，每杯保留 1 株健壮苗，待植株长至 3 叶 1 心期供用(胡桂馨，2007)。

在苜蓿 3 叶期、6 叶期及成株期接种 1 龄若虫饲养，3 次重复，每重复 15 株，每株接虫 5 头。接虫后 5 天检查活虫数，计算存活率。

1.2.2　4 种苜蓿品种(系)对苜蓿斑蚜生殖力参数的影响：试验在 ZPQ-280 智能人工气候箱内进行，光周期 L∶D = 15∶9，温度 25 ± 1℃，光照强度 9 230 lx。将医用 2 mL 的空青霉素瓶洗净后注水保湿，瓶口放置棉花，剪取生长一致的各供试苜蓿品种(系)复叶一片，叶柄通过棉花插入瓶中。从田间采集供试成蚜接于苜蓿叶片中部，24 h 后剔除成蚜和其它若蚜，只保留 1 头若蚜编号观察。每个品种(系)接若蚜 50 头，每瓶 1 头。以后每日定时观察一次记录蜕皮及发育情况。若蚜发育为成蚜产仔后记录产仔数，然后去除初产仔蚜保留成蚜一直观察到成蚜死亡。试验期间每日更换新鲜叶片并给瓶内注水保湿(仵均祥等，1999；于洋等，2006)。

1.3　数据处理

根据实验数据，若虫存活率经反正弦转换后用 Excel、SPSS10.0 数据分析统计软件进行方差分析和多重比较。

苜蓿斑蚜生殖力表的组建采用 Birch 方法(Birch，1948)，相关参数的计算参照徐汝梅介绍的方法(徐汝梅，1987)。

$$R_0 = \sum l_x m_x \text{；} T = \sum x l_x m_x / R_0 \text{；}$$

$$R_m = \ln R_0 / T \text{；} \lambda = e^{Rm} \text{；} \mathrm{DDP} = \ln 2 / R_m$$

式中，R_0 为种群净生殖率，T 为平均世代代周期，R_m 为内禀增长力，l_x 为特定年龄存活率，m_x 为年龄特定生育力，x 为特定年龄，λ 为周限增长率(一雌虫在试验条件下，经单位时间后的增翻倍数)，DDP 为种群加倍时间。

2　结果与分析

2.1　4 种苜蓿品种(系)对苜蓿斑蚜若虫存活率的影响

表 1 结果表明，4 种苜蓿品种(系)的不同生育期接种苜蓿斑蚜若虫 5 天后，不同苜蓿品种(系)的平均存活率以 Hu 最高，达 41.00%，HA-3 最低，为 15.44%；各品种(系)在不同生育期的平均存活率随着苜蓿的生长发育而逐渐升高，成株期最高，达 37.76%，3 叶期最低，达 15.77%。

经方差分析，不同苜蓿品种(系)间及各苜蓿品种(系)不同生育期间的苜蓿斑蚜若虫平均存活率有差异显著性：不同苜蓿品种(系)成株期与苗期间差异极显著($P < 0.01$)；Hu，JH 和 G3 之间在 0.05 水平上差异不显著，HA-3 与 Hu 之间差异极显著($P < 0.01$)；而不同苜蓿品种(系)与各苜蓿品种(系)不同生育期间的交互效应不显著，即苜蓿品种与生育期间无交互效应。

表 2 4 种苜蓿品种(系)上苜蓿斑蚜若虫存活率(平均值 ± 标准误)

Table 2 Survival rate of *Therioaphis maculate* on four alfalfa varieties(Mean ± *SE*)

品种(系) Varieties	3 叶期存活率(%) Survival rate in 3-leaf period	6 叶期存活率(%) Survival rate in 6-leaf period	成株期存活率(%) Survival rate in mature period	平均存活率(%) Average survival rate
HA-3	8.00 ± 1.15	21.27 ± 7.40	17.07 ± 3.03	15.44 ± 3.05 bB
Hu	25.63 ± 3.68	42.27 ± 2.76	55.10 ± 0.19	41.00 ± 7.03 aA
JH	8.67 ± 0.67	30.53 ± 5.25	35.00 ± 8.88	24.73 ± 5.05 bA
G3	20.77 ± 10.54	30.20 ± 5.28	43.87 ± 6.22	31.61 ± 5.10 abA

平均存活率后不同小写字母表示差异显著(LSD, $P < 0.05$);不同大写字母表示差异极显著(LSD, $P < 0.01$);表 2 同。Means within survival rate followed by a common lowercase letter and by a common upercase letter are not significantly different in ANOVA, using LSD-test at $P = 0.05$ and $P = 0.01$, respectively. The same for Table 2.

2.2 4 种苜蓿品种(系)对苜蓿斑蚜生殖存活率的影响

根据苜蓿斑蚜在 4 种不同抗性苜蓿品种(系)上的生长发育及繁殖结果,组建了苜蓿斑蚜实验种群生殖力表(表 2)。苜蓿斑蚜种群净生殖率(R_0)在 Hu 上最大,为 66.77;世代平均周期(T)以 HA-3 最大,为 15.31 天,大小顺序为 HA-3 > G3 > JH > Hu,说明 HA-3 对苜蓿斑蚜的生长发育不利,发育速率较慢;内禀增长率(R_m)则以 Hu 最大,达 0.5303,HA-3 最小,为 0.4499;周限增长率(λ)的大小排列顺序为 G3 > Hu > HA-3 > JH。种群加倍时间(DDP)与内禀增长率(R_m)大小正好相反。

表 3 苜蓿斑蚜在不同苜蓿品种上的生殖力表参数

Table 3 Parameters in life fecundity table of *Therioaphis maculate* on different alfalfa varieties (25℃)

品种(系) Varieties	净生值率 R_0	平均世代周期(d) T	内禀增长力 R_m	周限增长率 λ	种群加倍时间(d) DDP*
HA-3	61.51 ± 3.51 bB	15.31 ± 0.44 aA	0.4499 ± 0.0185 bB	1.5983 ± 0.0450 bA	1.54 ± 0.07 aA
Hu	66.77 ± 2.78 aA	12.48 ± 0.05 bB	0.5303 ± 0.0073 aA	1.6883 ± 0.0045 aA	1.31 ± 0.02 bA
JH	61.00 ± 4.62 bB	12.78 ± 0.78 bB	0.4681 ± 0.0279 bB	1.5684 ± 0.0290 bA	1.49 ± 0.09 aA
G3	61.00 ± 9.50 bB	12.90 ± 0.47 bB	0.5237 ± 0.0026 aA	1.6995 ± 0.0125 aA	1.32 ± 0.01 bA

* DDP: Days taken for doubling population size.

方差分析表明,4 个苜蓿品种(系)中 Hu 与 HA-3, G3 和 JH 间苜蓿斑蚜的净生殖力(R_0)差异极显著($P < 0.01$),HA-3, G3 和 JH 间无差异显著性;HA-3 与 Hu, G3 和 JH 间苜蓿斑蚜的平均世代周期(T)差异极显著($P < 0.01$),Hu, G3 和 JH 间无差异显著性;Hu, G3 与 HA-3, JH 间苜蓿斑蚜的周限增长率(λ)、种群翻倍时间(DDP)差异显著($P < 0.05$);Hu, G3 与 HA-3, JH 间苜蓿斑蚜的内禀增长率(R_m)差异极显著($P < 0.01$)。

3 结论与讨论

在本试验条件下,苜蓿斑蚜在不同苜蓿品种(系)3, 6 叶期及成株期的存活率均以 HA-3 上最低,Hu 上最高;且苗期低于成株期;表明 HA-3 抗蚜性最强,苜蓿抗蚜性在苜蓿不同生育阶段有所不同。以若虫存活率和内禀增长率作为测定抗生性的指标,供试品种(系)对苜蓿斑蚜抗生性的大小依次为 HA-3 > G3 > JH > Hu,这个试验结果与田间抗性鉴定结果基本相近,表明抗生性仍是这几个品种的抗蚜的主要机制。苜蓿斑蚜在这几个品种都能够存活下来,只是在抗性较强的品种表现出生存率和内禀增长率降低、世代周期延长,是明显的抗生性机制的表现。

本研究采用离体苜蓿叶片饲养苜蓿斑蚜,可能对苜蓿斑蚜产生不利的影响,如若蚜历期延长、死亡率增大、生殖力下降等,但供试的 4 个苜蓿品种(系)均为离体饲养,得到了和田间以蚜情指数为指标鉴定的结果基本一致,因此采用离体苜蓿叶片和盆栽苜蓿活体饲养的方法进行实验,用于比较苜蓿品种(系)对苜蓿斑蚜若虫存活率及生殖的影响是可行的。

内禀增长率可以反映出苜蓿品种(系)对苜蓿斑蚜抗生性的强弱,更适合作为鉴定品种抗生性的指标。本研究结果表明,供试的 4 个不同抗性的苜蓿品种(系)对苜蓿斑蚜的若蚜存活率均以苗期低于成株期,以若虫存活率和内禀增长率作为测定抗生性的指标,供试苜蓿品种(系)对苜蓿斑蚜抗生性的大小依次为 HA-3 > G3 > JH > Hu,与作者在田间的抗性鉴定结果基本相同。

本研究只测定了苜蓿 3 叶期、6 叶期及成株期对苜蓿斑蚜若虫存活率及生殖力的影响，而苜蓿生育期可能对苜蓿斑蚜生长发育、存活和繁殖有较大的影响(刘芳等，1998)。因此，今后应进一步研究苜蓿不同生育期对苜蓿斑蚜生长发育、存活和繁殖的影响，以便更准确地鉴定苜蓿品种对苜蓿斑蚜的抗生作用。

参 考 文 献 (References)

de Almeidae Silva A, Mouro Varanda E, Ricardo Barosela J, 2006. Resistance and susceptibility of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars to the aphid *Therioaphis maculata* (Homoptera: Aphididae): Insect biology and cultivar evaluation. *Insect Science*, 13(1): 55 – 60

Birch IC, 1948. The intrinsic rate of natural increase in an insect population. *J. Anim. Ecol.*, 117: 15 – 26

He CG, Zhang XG, 2006. Field evaluation of lucerne (*Medicago sativa* L.) for resistance to aphids in northern China. *Australian Journal of Agricultural Research*, 57: 471 – 475

He CG, 2004. The Control of the Alfalfa Diseases, Pests, Weeds and Meadow Mice. China Agriculture Press, Beijing. 1 – 33. [贺春贵，2004. 苜蓿病虫草鼠害防治. 北京：中国农业出版社. 1 – 33]

He CG, Cao ZZ, Wu JF, Wang SS, 2005. History, achievement and prospect of alfalfa insect pest research in China. *Pratacultural Science*, 22(4): 75 – 78. [贺春贵，曹致中，吴劲锋，王森山，2005. 我国苜蓿害虫研究的历史、成就及展望. 草业科学，22(4)：75 – 78]

Hu GX, 2007. Study on the Mechanism of Alfalfa Resistance to *Odontothrips loti* Haliday (Thysanoptera, Thripidae). MSc Dissertation, Gansu Agricultural University, Lanzhou. 32 – 33. [胡桂馨，2007. 苜蓿对牛角花齿蓟马的抗性机理研究. 兰州：甘肃农业大学硕士学位论文. 32 – 33]

Liu F, Dai ZY, Hu GW, Tang J, Sogawa K, 1998. Antixenosis, antibiosis and torlerance of different rice cultivars to the whitebacked planthopper (*Sogatella furcifera*). *Chinese Journal of Rice Science*, 12(3): 189 – 198. [刘芳，戴志一，胡国文，唐健，寒川一成，1998. 不同类型水稻品种对白背飞虱忌避性、抗生性和耐害性的测定. 中国水稻科学，12(3)：189 – 198]

Liu JP, Zhang XQ, Liu J, Zhang XQ, 2005. Study on the control method of aphids in alfalfa industrial production. *Pratacultural Science*, 22 (10): 74 – 77. [刘金平，张新全，刘瑾，张晓琴，2005. 苜蓿产业化生产中蚜虫危害及防治方法研究. 草业科学，22 (10)：74 – 77]

Long QL, Peng ZP, Ye ZX, Wang DD, Ouyang YS, Zhang GL, 1998. A Study on the community construction and diversification of insect pests on *Medicago sativa* L. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 10(2): 24 – 25. [龙丘陵，彭志平，叶正襄，汪笃栋，欧阳延生，张贵林，1998. 苜蓿害虫群落结构及其多样性研究. 江西农业学报，10(2)：24 – 25]

Luginbill P, 1969. Developing Resistant Plants the Ideal Method of Controlling Insects. USDA Prod. Res. Rep. 111. U.S. Government Printing Office, Washington, DC.

Panda N, Khush GS, 1995. Host Plant Resistance to Insects. CAB International, UK. 266 – 268

Sorenson EL, Byers RA, Horber EK, 1988. Breeding for insect resistance. In: Hason AA, Barnes DK, Hill RRJr eds. Alfalfa and Alfalfa Improvement. Agronomy No. 29. ASA, CSSA, SSSA Publishers, Madison, Wisconsin, USA. 859 – 902.

Wu JX, Jiang JH, Shen BC, Su XJ, 1999. Effects of wheat varieties on main life parameters of wheat aphids. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 10(2): 354 – 356. [仵均祥，姜金虎，沈宝成，苏小记，1999. 小麦品种对麦蚜主要生命参数影响的研究. 应用生态学报，10(2)：354 – 356]

Xu RM, 1987. Insect Population Ecology. Beijing Normal University Press, Beijing. 97 – 107. [徐汝梅. 1987. 昆虫种群生态学. 北京：北京师范大学出版社. 97 – 107]

Yu Y, Pang BP, Gao SJ, Xia CY, 2006. Effects of spring wheat varieties on growth, development and fecundity of *Sitobion avenae* (F.) (Homoptera: Aphididae). *Chinese Journal of Applied Ecology*, 17(4): 447 – 451. [于洋，庞保平，高书晶，夏春颖，2006. 春小麦品种对麦长管蚜生长发育和繁殖的影响. 应用生态学报，17(4)：447 – 451]

(责任编辑：袁德成)